

3. Proiectarea preamplificatorului de doză magnetică (corecție RIAA)

3.1 Alegerea schemei

Preamplificatorul de doză magnetică realizează o corecție RIAA.

Circuitele de corecție RIAA sunt preamplificatoare care au amplificarea dependentă de frecvență, astfel ca semnalul de la ieșire să aibă amplitudinea constantă pentru toate frecvențele din domeniul audio. Preamplificatoarele RIAA corectează semnalul înregistrat, deoarece la înregistrarea sunetului, semnalele din domeniul frecvențelor joase sunt atenuate iar cele din domeniul frecvențelor înalte sunt amplificate.

Răspunsul în frecvență corespunzător standardului RIAA (*Recording Industry Association of America*) are aspectul din fig. 3.1, a. **Amplificarea se specifică, de obicei, la frecvența de 1kHz.** În cazul caracteristicii din fig. 3.1, a, amplificarea la 1kHz este egală cu $G_{2RIA A}$.

Un circuit capabil să asigure corecția RIAA se prezintă în fig. 4.1, b. Grupul $R_{p1} C_{p1}$ de la intrare asigură adaptarea de impedanță cu traductorul (de exemplu, pentru doza magnetică $R_{p1}=47k\Omega$ iar $C_{p1}=100pF$). Condensatorul C_{1-2} se dimensionează astfel încât acesta să se poată considera scurtcircuit în toată banda audio și să asigure un punct de frângere a caracteristicii de frecvență la $f_i=20Hz$.

a) Funcția de transfer a circuitului este de forma $H(j\omega) \cong 1 + \frac{Z_r(j\omega)}{R_{1-2}}$, unde $Z_r(j\omega)$ reprezintă impedanța circuitului din bucla de reacție. Rezultă:

$$H(jf) = 1 + \frac{R_{2-2} + R_{3-2}}{R_{1-2}} \cdot \frac{1 + \frac{jf}{f_1}}{(1 + \frac{jf}{f_2})(1 + \frac{jf}{f_3})} \quad (3.1)$$

b) Frecvențele de frângere ale caracteristicii sunt:

$$f_1 = \frac{1}{2\pi(R_{2-2} \parallel R_{3-2})(C_{2-2} + C_{3-2})} \quad (3.2,a)$$

$$f_2 = \frac{1}{2\pi R_{2-2} C_{2-2}} \quad (3.2,b)$$

$$f_3 = \frac{1}{2\pi R_{3-2} C_{3-2}} \quad (3.2,c)$$

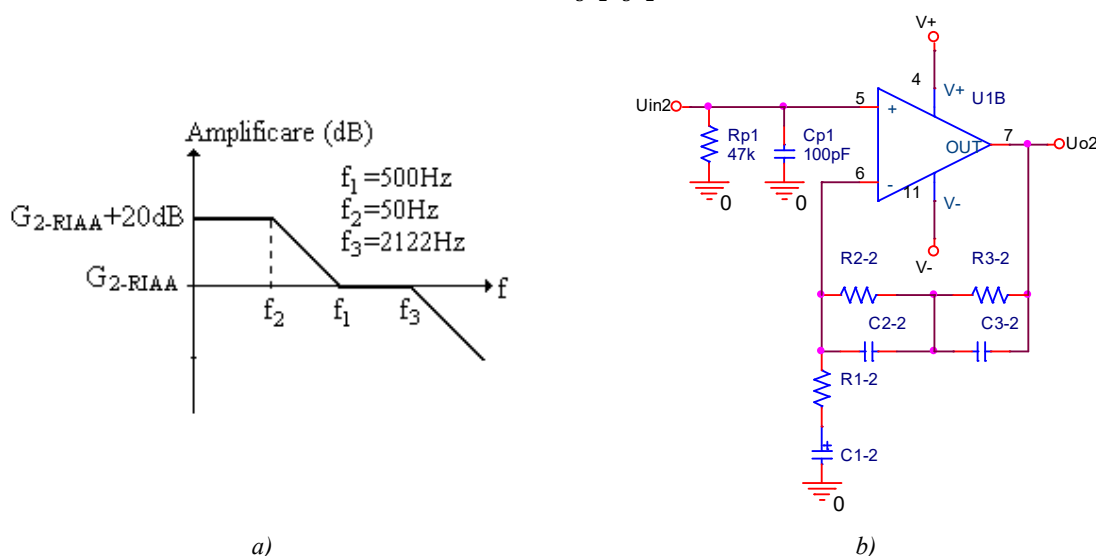


Fig. 3.1. Corecția de frecvență RIAA: (a) Răspunsul în frecvență; (b) Schema circuitului de corecție

3.2 Dimensionarea rezistențelor și a condensatoarelor

Se consideră reactanța capacitivă a condensatorului C_{2-1} mult mai mică decât valoarea rezistenței R_{1-2} .

Pentru $f < f_2$ (fig. 3.2, a), caracteristica de frecvență se deplasează cu 20dB față de G_{2RIA} , câștigul devine $G_{2RIA} + 20\text{dB}$ și din relația (3.1) se determină:

$$\frac{R_{2-2} + R_{3-2}}{R_{1-2}} = 10^{\frac{G_{2-RIA}}{20} + 1} - 1 \quad (3.3)$$

Relațiile (3.2) formează un sistem de trei ecuații cu patru necunoscute (rezistoarele R_{2-2} și R_{3-2} și condensatoarele C_{2-2} și C_{3-2}). **Pentru a rezolva sistemul se alege $C_{2-2} = 10\text{nF}$ (valoare optimă).**

Din relația (3.2,b) se determină valoarea lui R_{2-2} :

$$R_{2-2} = \frac{1}{2\pi f_2 C_{2-2}} \quad (3.4)$$

și se alege valoarea standard cea mai apropiată cu toleranța de 5%, eventual cu toleranța de 1% [2], [6].

Din relația (3.2,a) $\frac{1}{R_{2-2} \parallel R_{3-2}} = \frac{1}{R_{2-2}} + \frac{1}{R_{3-2}} = 2\pi f_1 (C_{2-2} + C_{3-2})$ și din (3.2,c) $\frac{1}{R_{3-2}} = 2\pi f_3 C_{3-2}$ se obține:

$$C_{3-2} = \frac{2\pi f_1 C_{2-2} - \frac{1}{R_{2-2}}}{2\pi (f_3 - f_1)} \quad (3.5)$$

Se alege valoarea standard cea mai apropiată celei rezultată din calcul, [6].

Valoarea lui R_{3-2} se determină din (3.2,c):

$$R_{3-2} = \frac{1}{2\pi f_3 C_{3-2}} \quad (3.6)$$

și se alege valoarea standard cea mai apropiată cu toleranța de 5%, eventual cu toleranța de 1% [2], [6].

Din relația (3.3) se determină valoarea lui R_{2-2} :

$$R_{1-2} = \frac{R_{2-2} + R_{3-2}}{10^{\frac{G_{2RIA}}{20} + 1} - 1} \quad (3.7)$$

și se alege valoarea standard cea mai apropiată cu toleranța de 5%, eventual cu toleranța de 1% [2], [6].

Valoarea condensatorului C_{1-2} se determină considerând că la frecvența inferioară din banda audio ($f_i = 20\text{Hz}$), reactanța capacitivă a lui C_{1-2} este mai mică decât rezistența R_{1-2} . Rezultă:

$$C_{1-2} \geq \frac{1}{2\pi \cdot f_i \cdot R_{1-2}} = \frac{1}{2\pi \cdot 20 \cdot R_{1-2}} \quad (3.8)$$

Din [6] se alege valoarea standard cea mai apropiată, dar superioară, celei rezultată din calcul.

3.3 Verificare prin simulare Spice

Se determină răspunsul în frecvență al circuitului.

Circuitul utilizat în simulare este reprezentat în fig. 3.2:

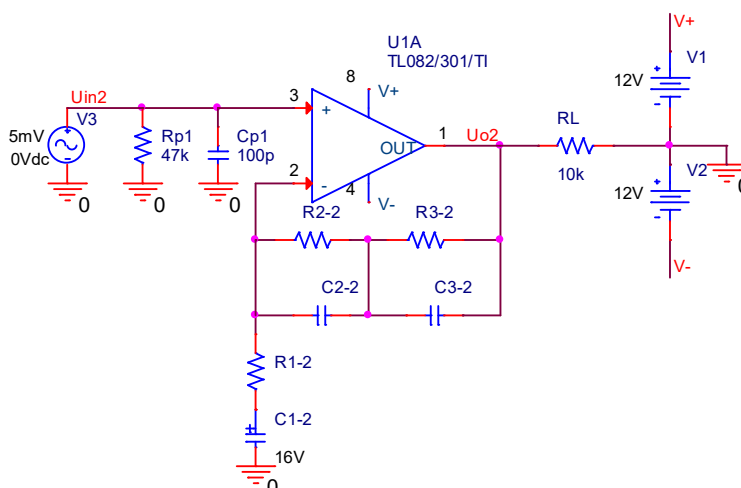


Fig. 3.2. Schema utilizată în simularea Spice a circuitului de corecție RIAA

Indicații:

- Fiecare student introduce propria schemă, cu valorile standard determinate prin calcul.
- La intrarea circuitului din fig. 3.2 se aplică semnal de la o sursă de c.a. (VAC, amplitudinea 5mV) și se efectuează o analiză de c.a. (AC Sweep/Noise: Start Frequency=1, End Frequency=1Meg, Points/Decade=11).
- Se determină răspunsul în frecvență. Se reprezintă grafic $DB(V(Uo2)) - DB(V(Uin2))$
- Ajustarea circuitului:
 - Se determină maximul răspunsului în frecvență la frecvențe joase. Valoarea maximului trebuie să fie cât mai aproape de $G_{2RIA A} + 20dB$. În caz contrar se mărește valoarea condensatorului C_{1-2} , de cel mult 10 ori.
 - La $f=1kHz$ trebuie să se găsească un câștig egal cu $G_{2RIA A}$.
- Se aduce în document caracteristica obținută pentru circuitul ajustat.
- Se activează cursorul și se aduc în document 3 ferestre Probe Cursor:
 - prima fereastră pentru maxim la frecvențe joase (cursorul 1) și la $-3dB$ (cursorul 2) pentru determinarea frecvenței f_2 ;
 - a doua fereastră pentru $1kHz$ (cursorul 1) și la $+3dB$ (cursorul 2) pentru determinarea frecvenței f_1 ;
 - și a treia fereastră pentru $1kHz$ (cursorul 1) și la $-3dB$ (cursorul 2) pentru determinarea frecvenței f_3 .